

УДК 004.8:338.1(476+430)

56. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ГЕРМАНИИ

Ивашевич Д.С. студент гр.320602, Перко А.О. студент гр.320602

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Забродская Н.Г. – кандидат экономических наук, доцент каф. менеджмента

Аннотация. Рассматриваются специфические особенности, проблемы и перспективы развития экосистем искусственного интеллекта (ИИ) в Республике Беларусь и Германии. Анализируется динамика внедрения технологий ИИ, институциональные модели, регуляторные рамки и специфика технологической специализации двух стран.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, цифровая экономика, экосистема инноваций, правовое регулирование ИИ, Республика Беларусь, Парк высоких технологий, Германия, Индустрия 4.0.

В современных условиях развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) перестало быть исключительно вопросом научно-технического прогресса, перейдя в плоскость обеспечения национального экономического суверенитета и глобальной конкурентоспособности. ИИ выступает катализатором трансформации как в высокотехнологичных отраслях, так и в традиционных секторах экономики. При этом стратегии внедрения ИИ существенно различаются в зависимости от институциональной среды, объема ресурсов и законодательных приоритетов конкретных государств [1].

Сравнительный анализ опыта Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия представляет особый исследовательский интерес ввиду фундаментальных различий в их моделях развития ИТ-сектора. Германия является классическим примером зрелой индустриальной экономики, где ИИ рассматривается прежде всего как инструмент цифровизации промышленности в рамках концепции «Индустрия 4.0». Немецкий подход характеризуется значительным государственным финансированием фундаментальной науки (в частности, в рамках стратегии «KI-Strategie» правительство ФРГ инвестировало до 5 млрд евро к 2025 году), но в то же время жесткими рамками этического и правового регулирования, продиктованными нормами Европейского союза: GDPR и готовящийся к полноценному вступлению в силу AI Act [2].

Беларусь сформировала уникальную для региона СНГ модель «ИТ-страны», ядром которой стал Парк высоких технологий (ПВТ), Белорусский государственный университет и Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Основной акцент сделан на экспортноориентированную сервисную модель и создание благоприятного правового режима (Декрет №8 «О развитии цифровой экономики» от 21 декабря 2017 года), позволившее стране занять заметные позиции в нишах ИИ: компьютерное зрение и обработка естественного языка [3]. На пике развития в 2021 году экспорт ПВТ достиг 3,2 млрд долларов, что подчеркивает высокую значимость сектора ИТ для экономики страны. В настоящее время белорусская ИТ-индустрия сталкивается с санкциями, необходимостью структурной адаптации к меняющимся геополитическим условиям и поиском новых рынков сбыта.

Несмотря на разный масштаб экономик, обе страны сталкиваются со схожими вызовами: острым дефицитом квалифицированных кадров, сложностями внедрения наукоемких решений в реальный сектор и необходимостью балансировать между технологическим ускорением и защитой персональных данных [4].

Развитие технологий ИИ в Республике Беларусь сформировало специфическую модель, которую можно охарактеризовать как «экспортно-ориентированный технологический хаб». В отличие от германской модели, интегрирующей ИИ в уже существующую мощную промышленную базу, белорусский ИТ-сектор исторически развивался в условиях автономии, ориентируясь на глобальный венчурный рынок и международные технологические стандарты. Нормативный акт (Декрет № 8 от 21 декабря 2017 года) создал в стране «регуляторную песочницу», обеспечив компании-резиденты не только налоговыми преференциями, но и инструментами английского права: конвертируемые займы и опционные соглашения. Белорусское законодательство в сфере ИИ на текущий момент остается либеральным, обеспечивая высокую скорость обучения нейросетей, но создающее барьеры при сертификации продуктов для жестко регулируемого рынка ЕС.

Технологическая специализация белорусской школы ИИ демонстрирует выраженное предпочтение в сторону компьютерного зрения (Computer Vision), выросшее из сильной академической базы. Приоритетные направления применения ИИ в белорусских разработках представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Приоритетные направления применения ИИ в белорусских разработках

Отраслевой сегмент	Ключевые технологии ИИ	Примеры задач и решений
Агропромышленный комплекс	CV, анализ мультиспектральных снимков	Системы точного земледелия, автономное управление беспилотной техникой (MTЗ, Гомсельмаш).
Здравоохранение (HealthTech)	Сверточные нейронные сети (CNN)	Автоматизированный анализ медицинских изображений (КТ, МРТ), системы ранней диагностики патологий.
Промышленность и транспорт	Предиктивная аналитика, интернет вещей (IoT)	Проекты автономного транспорта (например, беспилотный карьерный самосвал БЕЛАЗ-7513R, интегрирующий ИИ, 5G и IoT), контроль усталости водителей.
Потребительские сервисы	Генеративные нейросети, AR-технологии	Платформы для виртуальной примерки товаров, автоматизированная обработка визуального медиаконтента.

В то же время направления, связанные с обработкой естественного языка (NLP) и созданием больших языковых моделей (LLM), развиваются менее динамично. На современном этапе белорусская ИИ-индустрия столкнулась с вызовом «структурной трансформации». Высокая экспортная зависимость (более 90% выручки обеспечивали западные рынки) стала фактором риска. Будущее белорусской модели зависит от того, удастся ли переориентировать потенциал частного ИТ-сектора на решение задач внутреннего рынка и интегрировать академическую науку в производственные цепочки.

На современном этапе белорусская ИИ-индустрия столкнулась с вызовом «структурной трансформации». Высокая экспортная зависимость (более 90% выручки обеспечивали западные рынки) стала фактором риска. Будущее белорусской модели зависит от того, удастся ли переориентировать потенциал частного ИТ-сектора на решение задач внутреннего рынка и интегрировать академическую науку в производственные цепочки.

Развитие искусственного интеллекта в Федеративной Республике Германия (ФРГ) представляет собой пример системного государственного подхода. Основная концепция заключается в разработке «промышленного ИИ» (Industrial AI), способного обеспечить мировое лидерство в рамках четвертой промышленной революции (Industry 4.0). В немецком экспертном сообществе доминирует парадигма «надежного ИИ» (Trustworthy AI), предполагающая полную прозрачность алгоритмов и защиту персональных данных [5].

Научно-исследовательский ландшафт Германии опирается на мощную сеть институтов. Примером инфраструктуры служит Cyber Valley в промышленном регионе Штутгарт-Тюбинген – крупнейший в Европе исследовательский консорциум, объединяющий академическую науку (Общество Макса Планка) и корпоративный капитал (Porsche, Bosch). Приоритетные направления внедрения ИИ в Германии отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Приоритетные направления и инициативы внедрения ИИ в Германии

Сектор экономики	Ключевая область внедрения	Ведущие инициативы и цели
Автомобилестроение	Автономное вождение, предиктивный сервис	Разработка систем ADAS, создание этических алгоритмов для беспилотного транспорта.
Промышленность 4.0	Робототехника, цифровые двойники	Оптимизация производственных линий, минимизация ресурсов и энергопотребления.
Здравоохранение	Персонализированная медицина, анализ данных	Интеллектуальная поддержка принятия врачебных решений при сохранении суверенитета данных пациента.
Энергетика и климат	Управление «умными сетями» (Smart Grids)	Прогнозирование нагрузки на сеть, интеграция возобновляемых источников энергии.

Несмотря на государственные инвестиции, немецкая модель сталкивается с внутренними вызовами. Главным из них является консерватизм «Миттельштанда» (Mittelstand) — малых и средних предприятий, составляющих около 55% ВВП страны. Кроме того, Германия испытывает дефицит программистов и венчурного капитала [6].

Сопоставление подходов Республики Беларусь и Федеративной Республики Германия выявляет фундаментальные различия в понимании роли искусственного интеллекта в национальной экономике. Если для Германии ИИ — это прежде всего инструмент сохранения индустриального лидерства и глубокой модернизации традиционных отраслей, то для Беларуси это высокотехнологичный экспортный товар и способ интеграции в глобальную цифровую экономику через сервисные модели. Объективную картину разрыва демонстрируют международные рейтинги. В Global AI Index от Tortoise Media Германия стабильно

входит в топ-10 стран мира по уровню развития ИИ, а Беларусь позиционируется преимущественно как нишевый игрок.

Ключевое различие между двумя странами лежит в области законодательного регулирования, что наглядно продемонстрировано в таблице 3. Германия ставит во главу угла защиту прав граждан, а Беларусь фокусируется на экономической привлекательности юрисдикции.

Таблица 3 – Характеристика ИИ-стратегий Беларуси и Германии

Сектор экономики	Ключевая область внедрения	Ведущие инициативы и цели
Автомобилестроение	Автономное вождение, предиктивный сервис	Разработка систем ADAS, создание этических алгоритмов для беспилотного транспорта.
Промышленность 4.0	Робототехника, цифровые двойники	Оптимизация производственных линий, минимизация ресурсов и энергопотребления.
Здравоохранение	Персонализированная медицина, анализ данных	Интеллектуальная поддержка принятия врачебных решений при сохранении суверенитета данных пациента.
Энергетика и климат	Управление «умными сетями» (Smart Grids)	Прогнозирование нагрузки на сеть, интеграция возобновляемых источников энергии.

Специфическим барьером Германии остается проблема масштабирования инноваций из научной среды в реальный бизнес. Немецкие университеты производят тысячи патентов в области ИИ, но бюрократическая сложность создания спин-оффов и традиционный консерватизм «Миттельшtanda» (среднего бизнеса) замедляют процесс внедрения. Для Беларуси главным барьером выступает критическая зависимость от зарубежной инфраструктуры. Ограничение доступа к глобальным облачным сервисам и высокопроизводительным графическим процессорам (GPU), необходимым для обучения нейросетей, ставит под угрозу технологическую автономность белорусских ИИ-проектов и требует поиска новых партнеров в восточном направлении.

Рассмотрение перспектив развития ИИ в горизонте до 2030 года позволяет выделить несколько сценариев адаптации. Для Германии ключевой перспективой является создание общеевропейской облачной инфраструктуры (например, проект Gaia-X), снижающей зависимость от американских провайдеров. Для Беларуси перспективы связаны с необходимостью трансформации в разработчика суверенных продуктов для новых рынков (ЕАЭС, БРИКС) и углублением интеграции между ПВТ и реальным сектором экономики [7].

Возможности косвенного взаимодействия или заимствования опыта между двумя моделями остаются актуальными даже в условиях политической турбулентности. Белорусская модель «регуляторной песочницы» могла бы послужить примером для Германии в части упрощения запуска инновационных стартапов на ранних стадиях. Для белорусских разработчиков критически важно изучение и внедрение немецких и общеевропейских стандартов этики и безопасности ИИ. Даже при ориентации на восточные рынки, соблюдение высоких европейских стандартов «надежного ИИ» (Trustworthy AI) становится необходимым условием для экспорта сложных систем в области медицины и критической инфраструктуры.

Развитие искусственного интеллекта в Беларуси и Германии идет по принципиально разным, но посвоему эффективным траекториям. Перспективы обеих экосистем напрямую зависят от их способности решить проблему «кадрового суверенитета» и обеспечить реальное соединение фундаментальных научных исследований и потребностей бизнеса.

Список использованных источников:

1. National Strategy for Artificial Intelligence / Federal Government of Germany. – Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2018. – 80 p.
2. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation – GDPR) // Official Journal of the European Union. – 2016. – L 119. – P. 1–88.
3. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8. – Минск, 2017.
4. Artificial Intelligence in Society / OECD. – Paris: OECD Publishing, 2019. – 154 p.
5. Ethics Guidelines for Trustworthy AI / High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. – Brussels: European Commission, 2019. – 41 p.
6. Digital Economy and Society Index (DESI) Report 2022: Germany / European Commission. – Brussels, 2022. – 22 p.
7. Концепция развития цифровой экономики и цифровой трансформации в Республике Беларусь на период до 2030 года: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – 40 с.

UDC 004.8:338.1(476+430)

COMPARATIVE ANALYSIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ECOSYSTEMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND GERMANY

Ivashevich D.S., Perko A.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

*Zabrodsкая N.G. – PhD in Economics, Associate Professor of the Department of
Management*

Annotation. The specific features, problems and prospects of the development of artificial intelligence (AI) ecosystems in the Republic of Belarus and Germany are considered. The dynamics of AI technologies implementation, institutional models, regulatory frameworks and specific features of technological specialization of the two countries are analyzed.

Keywords. Artificial intelligence, digital economy, innovation ecosystem, AI regulation, Republic of Belarus, High Technologies Park, Germany, Industry 4.0.